



RAPPORT 5169-2006

**K**jemisk behandling mot  
*Gyrodactylus salaris* i  
Lærdalselva 2005



**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internet: www.niva.no

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 37 29 50 55  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 62 57 64 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Nordnesboder 5  
5005 Bergen  
Telefon (47) 55 30 22 50  
Telefax (47) 55 30 22 51

**Midt-Norge**

Postboks 1266  
7462 Trondheim  
Telefon (47) 73 54 63 85 / 86  
Telefax (47) 54 63 87

<b>Tittel</b> Kjemisk behandling mot <i>Gyrodactylus salaris</i> i Lærdalselva 2005.	Løpenr. (for bestilling)	Dato
	5169-2006	1.mars 2006
<b>Forfatter(e)</b> Ruben A. Pettersen <sup>1</sup> , Sigurd Hytterød <sup>1</sup> , Tor Atle Mo <sup>1</sup> , Antonio B. S. Poléo <sup>3</sup> , Anders Gjørwad Hagen <sup>3</sup> , Lars E. W. Flodmark <sup>3</sup> , Rolf Høgberget <sup>2</sup> , Normann Olsen, Arne Jørgen Kjøsnes, Sigurd Arne Øxnevad <sup>2</sup> , Jarle Håvardstun <sup>2</sup> , Torstein Kristensen <sup>2</sup> , Roar Sandodden <sup>4</sup> , Asle Moen <sup>4</sup> , Espen Lydersen <sup>2</sup> .  <sup>1</sup> Veterinærinstituttet, <sup>2</sup> NIVA, <sup>3</sup> Universitetet i Oslo <sup>4</sup> Veterinærmedisinsk Oppdragscenter.	<b>Prosjektnr.</b> <b>Udemnr.</b> 24298	<b>Sider</b> <b>Pris</b> 24
	<b>Fagområde</b> Limnologi, Parasittologi	<b>Distribusjon</b> 100
	<b>Geografisk område</b> Sogn og Fjordane	<b>Trykket</b> NIVA

<b>Oppdragsgiver(e)</b> Direktoratet for Naturforvaltning	<b>Oppdragsreferanse</b> Kont.nr. 03040036
--	---

**Sammendrag**

Hovedmålet med prosjektet har vært å fjerne lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* fra Lærdalselva med bruk av surt aluminiumsulfat (AIS). Første behandling ble gjennomført våren 2005. Denne behandlingen begrenset seg til hovedelva og de største sidevassdragene, og målet var å redusere smittepresset internt i vassdraget og dermed også smittepresset til nærliggende vassdrag i regionen. Resultatene fra vårbehandlingen viser at *G. salaris*-infeksjonen ble kraftig redusert, fra en prevalens på 100 % til 2,1 %. Høstbehandlingen i 2005 hadde til hensikt å totalutrydde parasitten fra vassdraget. AIS ble dosert ut fra 18 vannførings-proporsjonale doseringsanlegg langs hovedelva og de største sidevassdragene, samt fra 80 dryppstasjoner langs mindre vannveier, grøfter og dammer. I områder med små grøfter og sig, ble det også brukt noe CFT-Legumin. Etter høstbehandlingen er 434 laksunger fra ulike steder i elva undersøkt uten at *G. salaris* er påvist. For å øke sannsynligheten for totalutryddelse av parasitten vil det bli gjennomført en ny fullskalabehandling våren 2006. Resultatene så langt viser at AI-metoden er meget velegnet i kampen mot *G. salaris* i norske laksevassdrag, både mht til totalutryddelse og smittereduksjon. Resultatene viser også at metoden har et forbedringspotensial når det gjelder dosering i forhold til tålegrensen for AI hos fisk. Det ble observert dødelighet på voksen fisk av både sjørøret og laks under begge behandlingene, mens yngel og parr fra begge arter tålte behandlingene godt. AI-doseringene baserer seg på kjente grenseverdier for aluminium på ungfish av laks og ørret kombinert med hvilke nivåer av AI som skal til for å eliminere *G. salaris* i løpet av noen dager. At disse AI-nivåene skulle føre til fiskedød på ulike voksenstadier av laks og ørret er nytt for oss og peker på behovet for FoU knyttet til utvikling av ALS-metoden

<b>Fire norske emneord</b> 1. <i>Gyrodactylus salaris</i> 2. Laks ( <i>Salmo salar</i> ) 3. AI-behandling 4. Lærdalselva	<b>Fire engelske emneord</b> 1. <i>Gyrodactylus salaris</i> 2. Atlantic salmon ( <i>Salmo salar</i> ) 3. AI-treatment 4. River Lærdalselva
--	--



Espen Lydersen  
Prosjektleder



Brit Lisa Skjelkvåle Monsen  
Forskningsleder  
ISBN 82-577-4885-4

Odd Skogheim  
Ansvarlig



**Kjemisk behandling mot *Gyrodactylus salaris*  
i Lærdalselva 2005**



## Forord

Kjemisk behandling mot *Gyrodactylus salaris* i Lærdalselva er et forvaltningstiltak som er gjennomført på oppdrag fra Direktoratet for naturforvaltning (DN). Tiltakshaver er Fylkesmannen i Sogn og Fjordane som også er leder av styringsgruppa for behandling av Lærdalselva.

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har vært kontraktspartner med DN, mens Veterinærinstituttet (VI) og Veterinærmedisinsk Oppdragscenter (VESO) har vært underleverandører. I tillegg er annet fagpersonell benyttet, bl.a. fra Universitetet i Oslo.

Behandlingen i 2005 er en del av en totalbehandling, som har som hovedmål å utrydde parasitten fra vassdraget i løpet av 2006. Dette er i tråd med DN's og Mattilsynets (MT) tiltaksplan for bekjempelse av *G. salaris*. Lærdalselva er det første store vassdraget som behandles med aluminium i Norge.

Under vårbehandlingen i 2005 ble kun surt aluminium benyttet, mens det under høstbehandlingen i tillegg ble brukt CFT-Legumin i små vannveier og vannforekomster. Tillatelse til disse behandlingene er gitt av Statens forurensningstilsyn (SFT), DN og MT.

Vi vil takke alle som har bidratt med sin arbeidsinnsats, eller som på andre måter har bidratt til at prosjektet har blitt vellykket og kommet vel i havn. Vi har hatt særdeles god støtte og hjelp fra lokale krefter i Lærdal, og vil rette en spesiell takk til Torkjell Grimelid, Rein Arne Golf, Olav Wendelbo og Knut Eltun for deres innsats under hele behandlingsperioden. En spesiell takk også til Karin Hamre som sørget for svært god mat til hele arbeidslaget hver kveld. I tillegg vil vi takke kraftregulanten Østfold Energiproduksjon AS for et godt samarbeid.

En spesiell takk også til Gøsta Hagenlund (Fylkesmannen i Sogn og Fjordane) som har ledet styringsgruppa for behandlingen i Lærdalselva.

Rapporten er lest og godkjent av oppdragsgiver.

Oslo, 1.mars 2006



Brit Lisa Skjelkvåle  
Prosjektansvarlig



Espen Lydersen  
Prosjektleder



# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>6</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>7</b>
<b>2. Metodikk</b>	<b>8</b>
2.1 Vassdragsinformasjon	8
2.2 Kjemisk behandling	8
2.3 Doseringsteknikk og strategi	9
2.3.1 Al-dosering	9
2.3.2 CFT-Legumin dosering	10
2.4 Desinfisering av utstyr	11
2.5 Dødfiskhåndtering	12
2.6 Vannprøvetaking og vannanalyser	12
2.7 Fisk i kar som kontroll på vannets giftighet	12
<b>3. Resultater</b>	<b>13</b>
3.1 Vannføring	13
3.2 AIS-dosering	14
3.3 CFT-legumin dosering	14
3.4 Vannkjemi	15
3.5 Fiskestatus i kar under behandlingene	17
3.6 Fiskestatus i elva under behandlingen	17
3.6.1 Vårbehandlingen 2005	17
3.6.2 Høstbehandlingen 2005	18
3.7 Status for <i>G. salaris</i>	20
<b>4. Konklusjon</b>	<b>21</b>
<b>5. Referanser</b>	<b>24</b>

---





## Sammendrag

Kjemisk behandling mot *Gyrodactylus salaris* i Lærdalselva er et forvaltningstiltak som er gjennomført på oppdrag fra Direktoratet for naturforvaltning (DN). Hovedmålet med prosjektet har vært å fjerne lakseparasitten *G. salaris* fra Lærdalselva med bruk av surt aluminiumsulfat (AIS). Første behandlingen ble gjennomført våren 2005. Denne behandlingen begrenset seg til hovedelva og de største sidevassdragene, og målet var å redusere smittepresset internt i vassdraget og dermed også smittepresset til nærliggende vassdrag i regionen. Resultatene fra vårbehandlingen viser at *G. salaris*-infeksjonen ble kraftig redusert, fra en prevalens på 100 % til 2,1 %. Høstbehandlingen i 2005 hadde til hensikt å totalutrydde parasitten fra vassdraget. AIS ble dosert ut fra 18 vannførings-proporsjonale doseringsanlegg langs hovedelva og de største sidevassdragene, samt fra 80 dryppstasjoner langs mindre vannveier, grøfter og dammer. I dammer, små grøfter og sig ble det også brukt CFT-Legumin. CFT-legumin ble dosert ut fra 35 dryppstasjoner. Til resterende utdosering ble det benyttet hagekanner og bærbar pumpe.

Etter høstbehandlingen er 434 laksunger fra ulike steder i elva undersøkt uten at *G. salaris* er påvist. For å øke sannsynligheten for totalutryddelse av parasitten vil det bli gjennomført en ny fullskalabehandling i elva våren 2006.

Resultatene så langt viser at Al-metoden synes meget velegnet i kampen mot *G. salaris* i norske laksevassdrag, både mht til totalutryddelse og smittereduksjon. Resultatene viser også at metoden har et forbedringspotensial når det gjelder dosering i forhold til tålegrensen for Al hos fisk. Det ble observert dødelighet på voksen fisk av både sjørørret og laks under begge behandlingene, mens yngel og parr fra begge arter tålte behandlingene godt. Al-doseringene baserer seg på kjente tålegrensekonsentrasjoner av aluminium på ungfisk av laks og rørret kombinert med hvilke nivåer av Al som skal til for å eliminere *G. salaris* i løpet av noen dager. At disse Al-nivåene skulle føre til fiskedød på ulike voksenstadier av laks og rørret er ny kunnskap og peker på viktighetene av at det også bevilges FoU midler i tilknytning til Al-behandling slik at en i framtiden kan behandle infiserte vassdrag på en enda mer miljøvennlig måte.

## Summary

Title: Chemical treatment against *Gyrodactylus salaris* in River Lærdalselva 2005

Year: 2006

Author: Pettersen, Ruben et al.

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: 82-577-4885-4

Chemical treatment to eliminate *Gyrodactylus salaris* in River Lærdalselva is a management tool, which is done on contract from the Directorate for Nature Management. The main goal of this project is to totally eliminate the harmful salmon parasite *G. salaris* from River Lærdalselva by addition of acidic aluminium sulphate (AIS) into the river water. The first treatment was conducted in the spring 2005. Since the main intention of this treatment was a significant reduction of the parasite infection in the river and thereby a reduced infection risk to nearby rivers in the region, AIS was only discharged into the main river and its major tributaries. After this treatment the *G. salaris* infection went down substantially, from a prevalence of 100 % to 2,1 % after treatment. The next treatment was implemented autumn 2005, and this time the intention was to totally eliminate the parasite in the whole river system. In order to obtain this AIS was applied from 18 water proportional dosing units along the main river course and the major tributaries, in addition to 80 smaller dripping units along minor streams, ditches and dams. In other minor water sources in the periphery of the catchment and in isolated water areas along the major river beds, CFT-Legumin (a rotenone chemical) was used. After the last treatment none of the 434 salmon parr collected from the river was infected. However, to increase the possibility of total elimination another chemical fullscale treatment will be carried through during spring 2006.

During both treatments mortality of adult salmon and sea trout occurred, while no mortality was observed among juveniles of the same species. The AI-levels was assessed based on known critical load levels of aluminium on juvenile salmon and sea trout and on *G. salaris*. Thus, since no corresponding critical load data exists on different adult stages of these species, the mortality during this AI-treatment contributes with new knowledge about critical loads of aluminium to different life stages of adult Atlantic salmon and sea trout.

The results show that the AI-method is a very promising tool in the battle against *G. salaris* both for total elimination and infection reduction purposes, but more research and development is needed to reduce the consumption of chemicals, and the risk of negative effects on different adults stages of particular the Atlantic salmon (*Salmo salar*) and sea trout (*Salmon trutta*).

## 1. Innledning

*Gyrodactylus salaris* ble introdusert til Norge på 1970 tallet, og regnes i dag som den største trusselen mot norsk villaks (NOU 1999:9). Kjemisk behandling av Lærdalselva er gjennomført i henhold til DNs og MTs tiltaksplan for bekjempelse av *G. salaris* fra 2002, og siste behandling i elva vil etter planen finne sted i 2006.

Lærdalselva er det eneste vassdraget i Sognefjorden som er infisert med *G. salaris*. Det er derfor viktig at dette vassdraget behandles for å fjerne den eneste smitekilden i regionen (Sognefjorden). Lærdalselva er en økonomisk viktig lakseelv, og introduksjonen av *G. salaris* har ført til en kraftig desimering av laksebestanden og dermed også elvas inntektsgrunnlag i lokalsamfunnet. Villakssenteret har beregnet at laksefisket i elva, før den ble smittet med *G. salaris*, tilfører lokalsamfunnet en årlig inntekt på 11,2 millioner, og at totalt ca 15 årsverk var knyttet direkte opp mot denne aktiviteten.

Surt aluminiumsulfat (AIS) benyttes som hovedkjemikalium i forsøket på å utrydde parasitten fra Lærdalsvassdraget. Bruken av dette stoffet baserer seg på resultater fra en rekke laboratorieforsøk som alle dokumenterer effektiv fjerning av parasitten ved lave aluminiumskonsentrasjoner (30-50 µg Al L<sup>-1</sup>) når vannets pH er < 6,0. Under slike vannkjemiske forhold fjernes parasitten i løpet av få dager, med liten eller ingen negativ effekt på laksen (Soleng m.fl. 1999, Poléo m.fl. 2004a, b).

Al-behandling av et *G. salaris* infisert vassdrag i kombinasjon med en begrenset mengde CFT-Legumin i perifere områder, ble første gang gjennomført i Batnfjordselva i Møre og Romsdal i 2003 og 2004 (Lydersen m. fl. 2004; Hytterød m. fl. 2005, Guttvik & Sandodden 2005). I forbindelse med behandlingene ble det også foretatt bunndyrsundersøkelser, uten at det ble dokumentert store negative effekter på denne delen av faunaen (Bondgard, 2005). Etter behandling (september 2004 – september 2005) er det fanget og kontrollert ca 750 laksunger fra ulike steder i elva, uten at parasitten er påvist. De gode resultatene etter Al-behandlingen av Batnfjordselva gir grunn til å anta at metoden også egner seg i større infiserte laksevassdrag. Resultatene viser også at metoden kan redusere smitten internt i et vassdrag til et minimum, og dermed også smittefaren til andre vassdrag i nærheten. Metoden kan derfor brukes som et smittebegrensende tiltak i påvente av en senere fullskala behandling.

## 2. Metodikk

### 2.1 Vassdragsinformasjon

Lærdalselva er 44 km lang, og ligger i hovedsak i Lærdal kommune, Sogn og Fjordane (Kart 1). Nedbørsfeltet er 1184 km<sup>2</sup>, hvorav ca 1000 km<sup>2</sup> ligger > 900 m o.h. Vassdraget er regulert av kraftselskapet Østfold Energiproduksjon AS, og reguleringen har direkte innvirkning på vannføringen i elva fra Sjurhaugfoss til utløpet ved Lærdalsøyri. Sjurhaugfossen som ligger 24 km fra utløpet er vandringshinderet for fisk, slik at naturlig anadrom strekning i hovedelva går fra elvemunningen til Sjurhaugfoss. I Sjurhaugfoss og oppover i vassdraget er det til sammen bygget fire fisketrapper slik at den potensielle lakseførende strekningen i dag er 41 km (til Heggfossen). Laksetrappa i Sjurhaugfossen har vært stengt siden 1996, etter at *G. salaris* ble påvist i vassdraget (Torkjell Grimelid pers. med.). Det er derfor god grunn til å anta at *G. salaris* kun fantes i vassdraget fra Sjurhaugfossen til utløpet ved Lærdalsøyri da den kjemiske behandlingen startet i 2005.

Lærdalselva er først og fremst en laks- (*Salmo salar*) og brunørret/sjøørret (*Salmo trutta*) elv, der laks primært forekommer i hovedelva, mens ørreten også er vanlig i sidevassdragene. I tillegg finnes ål (*Anguilla anguilla*), ørekyte (*Phoxinus phoxinus*), samt trepigget stingsild (*Gasterosteus aculeatus*) og skrubbe (*Platichthys flesus*) i brakkvannssonen i den nederste delen av elva.

Fiskeundersøkelser høsten 2003 viste en gjennomsnittlig ungfisktetthet av laks på 2,9 ensomrige individer og 7,5 eldre individer pr. 100 m<sup>2</sup>. Alle laksungene som ble undersøkt var sterkt infiserte med *G. salaris* (Gabrielsen m. fl. 2004).

### 2.2 Kjemisk behandling

Aluminiumløsningen (produktbetegnelse: ALS) som benyttes i Lærdalselva er et kommersielt produkt som består av aluminiumsulfat og svovelsyre. Løsningen produseres av Kemira Chemicals AS og anvendes i stort omfang som fellingsmiddel for å fjerne humus i drikkevann, og fosfat i avløpsvann. ALS-løsningene som brukes til behandling av laksevassdrag blir spesialtilpasset til det enkelte vassdragets vannkjemi. Denne tilpasningen gjøres i samarbeid med Kemira, ut fra vannkjemiske analyser og erfaringer fra tidligere Al-behandlinger. Som eksempel kan det nevnes at sammensetningen av svovelsyre og aluminiumsulfat var ulik under vår- og høstbehandlingen i Lærdalselva. Mengden aluminium i løsningene varierte fra 0,5–1,5 %, mens svovelsyrekonsentrasjonen varierte mellom 10-25 %.

Målet med vårbehandlingen (1.-14.04.2005) var å redusere smittepresset internt i Lærdalselva, samt eksternt til andre vassdrag i Sognefjorden. Under vårbehandlingen ble derfor ALS primært tilsatt i den lakseførende strekningen av hovedelva og de største sidevassdragene, mens de minste vannveiene ikke ble kjemisk behandlet.

Målet med høstbehandlingen (4.-18.10.05) var å utrydde parasitten i hele vassdraget. Hele den anadrome strekningen i vassdraget nedstrøms Sjurhaugfossen ble derfor behandlet. AIS ble dosert ut i alle store vannveier, samt i grøfter og sig der det var sannsynlig at fisk kunne oppholde seg. I resterende områder, dammer samt i mindre grøfter og sig i periferien, ble det brukt CFT-Legumin.

CFT-Legumin har blitt benyttet i utryddelsesøyemed i Norge siden 1999 og består av blant annet 2,5 % rotenon og 2,5 % piperonylbutoksid (PBO). Det er rotenonet som gir den dødelige effekten på fisk. PBO er en synergist som gjør det mulig å redusere konsentrasjonen av rotenon i løsningen, samtidig som effekten opprettholdes. Kjemisk formel for rotenon er  $C_{23}H_{22}O_6$ , molekylvekt 394,42 g mol<sup>-1</sup>. CFT-legumin løsningen har en tetthet på 1,020 kg m<sup>-3</sup>. Nærmere beskrivelse av kjemikaliet og miljørisikovurderinger vedrørende bruk av dette finnes i Kelley & Weideborg (1999); Bruås & Weideborg (2002).

## 2.3 Doseringsteknikk og strategi

### 2.3.1 AI-dosering

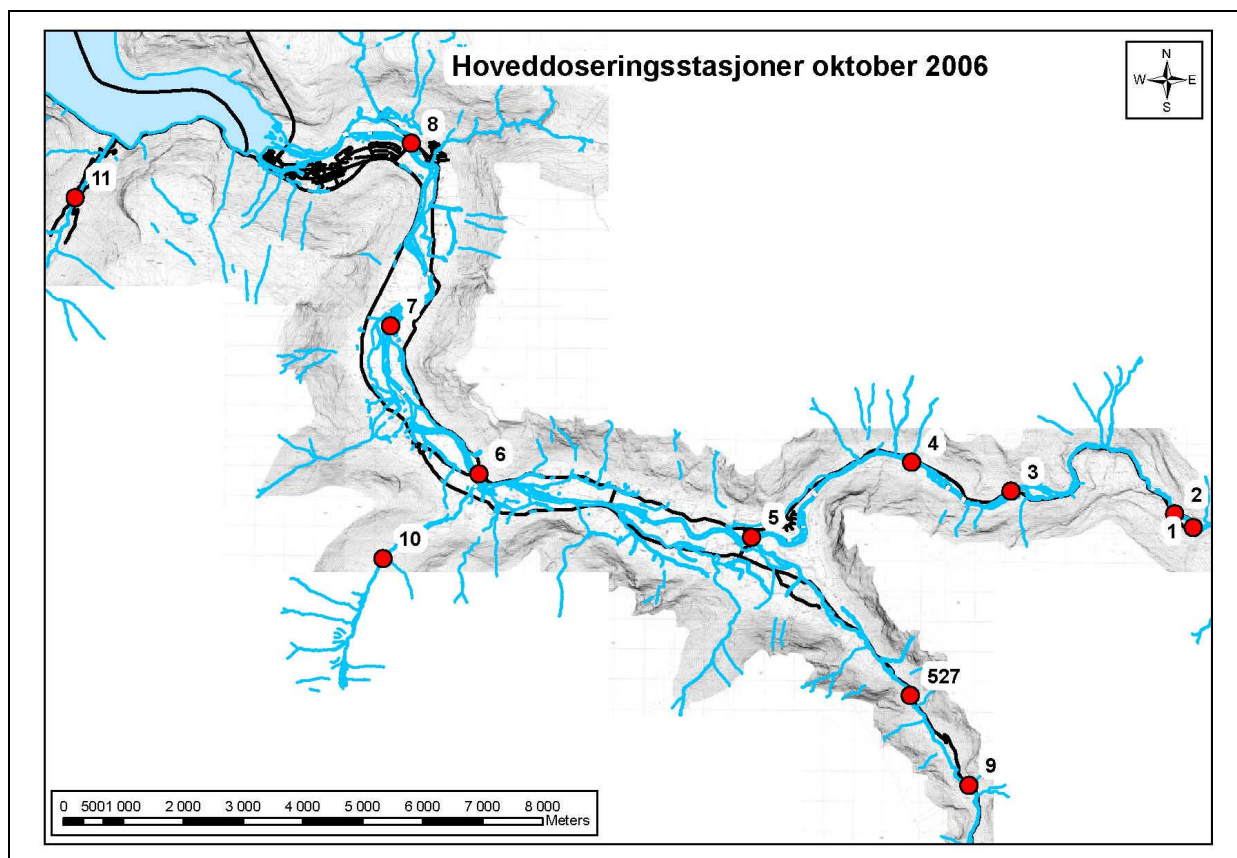
Doseringsteknikk og strategi under Lærdalsbehandlingen er i prinsippet lik den som ble anvendt under behandlingen av Batnfjordselva i 2004 (Hytterød m. fl., 2005). AIS tilsettes fra 3 ulike doseringsnivåer:

- 1) Hovedelv og store sideelver – store vannføringsproporsjonale doseringsanlegg
- 2) Små sideelver og store bekker – mellomstore vannføringsproporsjonale doseringsanlegg
- 3) Små bekker og grøfter – dryppstasjoner (ikke vannføringsproporsjonale)

I Lærdalselva var det 6 store elvedoseringsanlegg i hovedelva under vårbehandlingen og ytterligere 3 anlegg ble utplassert før høstbehandlingen (Figur 1). Anleggene ble plassert på følgende lokaliteter:

- Sjurhaugfoss (1) ovenfor lakseførende strekning
- Borgund kraftverk (ikke nummerert, utenfor kartutsnittet Figur 1)
- Borgund kraftverk luke v/Sjurhaugfossen (2)
- Seltun (3)
- Bjørkum (4)
- Båthølen (5)
- Voll bru (6)
- Eri (7)
- Øye bru (8)

Det var også elvedoseringsanlegg i sidevassdragene Nivla (9, 527) og Kuvella (10), samt i Erdalselva (11) som munner ut i fjorden ca 3 km fra Lærdalsøyri (Figur 1).



**Figur 1** Oversikt over hovedstasjoner for ALS dosering i Lærdal høsten 2005. Tallene på kartet referer til følgende stasjoner: 1: Sjurhaugfoss, 2: Borgund kraftverk luke v/Sjurhaugfossen, 3: Seltun, 4: Bjørkum, 5: Båthølen, 6: Voll bru, 7: Eri, 8: Øye bru, 9 og 527: Nivla, 10: Kuvella, 11: Erdalselva. Doseringspunktet inne i Borgund kraftverk ligger oppstrøms pkt 1, men hovedultøpet fra denne tunnelen er ved Stuvane mellom doseringstasjon 4 og 5.

Under høstbehandlingen ble mellomstore vannføringsproporsjonale doseringsenheter utplassert i Jutlaelvi, Fossagrovi, Kjerringgjeli, Teiggjeli, Senda, Ofta og Stødna. 80 dryppstasjoner ble satt ut i mindre åpne og lukkede bekker, samt i konstruerte vanningsveier. Ut i fra feltbefaringer og kartlegging av vassdraget, var det på forhånd gjort vurderinger for bruk av ALS og/eller CFT-Legumin i perifere områder. Fordi CFT-legumin har fiskedrepende effekt selv ved svært lave doser er stoffet praktisk å bruke i de mest perifere områdene hvor kun små volumer skal distribueres.

Pga forskjeller i vannføring fra befaringstidspunkt til behandlingstidspunkt, ble det under høstbehandlingen gjort enkelte omdisponeringer mht valg av kjemisk stoff. Vannmengder og nærhet til hovedelva var avgjørende kriterier for valg av ALS eller CFT-Legumin i disse tilfellene.

### 2.3.2 CFT-Legumin dosering

CFT-Legumin ble kun brukt under høstbehandlingen og ble gjennomført i to perioder, fra 8.-12.10.05 og fra 13.-16.10.05.

Det må doseres ut minst 0,5 ppm CFT legumin for å ha 100% dødelig effekt i områdene som behandles. CFT legumin inneholder 2,5 % rotenon. Med en egenvekt av CFT-legumin på 1,020, betyr dette en rotenonkonsentrasjon på minst  $12,5 \mu\text{g rotenon L}^{-1}$  for å oppnå nedre konsentrasjonskrav på 0,5 ppm CFT-legumin. For å sikre dødelighet i alle behandlede områder ble det beregnet en dosering på 1 ppm.

CFT-Legumin ble utdosert på 3 måter:

- Manggard langs hovedløp
- Punktdoseringer i perifere områder og dammer
- Dryppstasjoner i små vannveier med rennende vann

Til utdosering ble det benyttet følgende utdoseringsutstyr: dryppekanner, hagekanner og pumpe.

Dryppstasjoner ble benyttet i lange, stilleflytende bekker/grøfter. Til dette benyttes en plastkanne (20 L) tilkople et hevertsystem som sørger for jevn utdosering i 4 timer. Vannføringen i de områdene som ble behandlet med drypp var så marginale at det ikke ble gjennomført vannføringsmålinger som grunnlag for doseberegninger. Vannføringen ble i hvert enkelt tilfelle estimert i forhold til vannveiens bredde, dybde og hastighet. Etter dette ble det benyttet en tabell for rennende vann for å beregne mengden CFT-Legumin som skulle til for å oppnå en konsentrasjon på  $\geq 1$  ppm. Totalt ble det satt ut 21 dryppstasjoner, hvor det ble utdosert 2 ganger fra 14 av disse.

Ved behandling med hagekanne, gjøres det beregninger på hvor stort vannvolum som kan behandles for å oppnå en konsentrasjon  $\geq 1$  ppm. Under andre gangs behandling ble det rullert på personell slik at alle da behandlet andre områder enn under første behandling. Dette ble gjort for at flere personer da fikk vurdert områdene som ble behandlet, og at dette ville øke sikkerheten/kvaliteten på behandlingen.

Bærbar pumpe ble benyttet til utdosering i grøftesystemer og dammer med større vannvolum. Mengde pr tidsenhet kan tilpasses etter ønsket behandlingsvolum og framdrift. Før dosering ble vannvolumet beregnet, og total mengde CFT-Legumin bestemt i hht tabell for stillestående vann for å oppnå en konsentrasjon av CFT-Legumin på  $\geq 1$  ppm.

## 2.4 Desinfisering av utstyr

Et avsperrt område på Kapteinsgården ble benyttet som desinfeksjonsstasjon. 2 % løsning av Virkon S ble benyttet som desinfiseringsmiddel. Denne løsningen er godkjent til slikt formål. Virkon S løsning ble enten påført ved hjelp av tåkesprøyte eller ved at utstyr ble lagt i Virkonbad. Også biler ble utrustet med mindre håndpumper med Virkon S slik at det var mulig å gjennomføre desinfeksjon også i felt. Alle som deltok under behandlingen ble daglig pålagt å desinfisere alt utstyr som hadde vært i kontakt med elvevann, samt kvittere ut i egen loggbok at dette var gjennomført. Desinfiseringsprosedyre og desinfiseringsplan ble godkjent av Mattilsynet



## 2.5 Dødfiskhåndtering

En plan for plukking av dødfisk og dødfiskhåndtering ble i utgangspunktet laget for høstbehandlingen i 2005, fordi det da skulle brukes CFT-Legumin i sidebekker og periferi. Målet med denne behandlingen er å ta liv av all fisk i de behandlede områdene.

Bruk av aluminium er også forbundet med fare for fiskedød. Plan for dødfiskhåndtering ble derfor utarbeidet i forkant av vårbehandlingen. Planene ga også retningslinjer for håndtering av et "worst case scenario" med ukontrollert aluminiumsutslipp og stor fiskedød. Planen ble godkjent av Mattilsynet.

All voksen fisk med få unntak ble artsbestemt, lengdemålt, veid og tatt skjellprøver av. Under høstbehandlingen ble også dødfisken artsbestemt og gytestatus sjekket. For fisk som hadde ligget død i elva over lengre tid ble kun art og total vekt av disse bestemt.

Under høstbehandlingen var elva delt inn i følgende plukksoner for dødfisk:

Sone	Strekning
1	Sjurhaugfoss – Seltun bru
2	Seltun bru – Utløp Nivla
3	Nivla
4	Utløp Nivla – Vold bru
5	Vold bru – Utløp Ofta
6	Utløp Ofta – Munning

## 2.6 Vannprøvetaking og vannanalyser

Under både vår- og høstbehandlingen ble det gjennomført omfattende vannkjemiske analyser, for å kontrollere de kjemiske endringene som følge av Al-doseringen. Vannets pH og temperatur ble målt daglig ved 14 ulike stasjoner i hovedelva, samt i Kuvella, Nivla, Stødna, Ofta, Senda og Erdalselva. I tillegg ble det etablert referansestasjoner ca 100 meter oppstrøms doseringsanleggene ved Sjurhaugfoss, Kuvella, Nivla og Erdalselva, hvor de samme målingene ble gjennomført. Ved alle stasjoner ble det jevnlig tatt vannprøver for analyse av aluminium. Det ble i tillegg analysert prøver fra flere bekker, vanningsveier og fra hydrologisk kompliserte områder, for å dokumentere om vannkjemien var optimal for fjerning av *G. salaris* i disse områdene. Før vår- og høstbehandlingen ble det samlet inn prøver for analyse av vannets alkalinitet. Prøver ble tatt fra alle steder i vassdraget der vannføringsproporsjonal dosering skulle benyttes.

## 2.7 Fisk i kar som kontroll på vannets giftighet

Laksunger fra Ljøsne Klekkeri ble brukt som kontroll på vannets giftighet under både vår- og høstbehandlingen. Under vårbehandlingen var laksungene påført *G. salaris* infeksjon, slik at de i tillegg kunne fungere som kontroll på effekten av Al-behandlingen. Kontrollfisken var ikke infisert med *G. salaris* under høstbehandlingen, fordi tilgangen på parasitter var svært begrenset. 240 laksunger ble fordelt likt på 6 utvalgte stasjoner i hovedelva, samt på en stasjon nederst i Nivla og i Kuvella. Fisken ble satt i kar (80L) på disse stasjonene en uke før Al-doseringen startet. Karene hadde kontinuerlig vanngjennomstrømning slik at fisken hele tiden ble eksponert for Al-behandlet elvevann. Under vårbehandlingen ble det tatt ut fisk til gyroundersøkelser midtveis i behandlingen og ved behandlingslutt. Denne fisken ble

konserverert på 96% etanol for senere undersøkelse av *G. salaris* infeksjon. Under høstbehandlingen ble all fisk avlivet ved behandlingslutt og destruert på forskriftsmessig måte.

### 3. Resultater

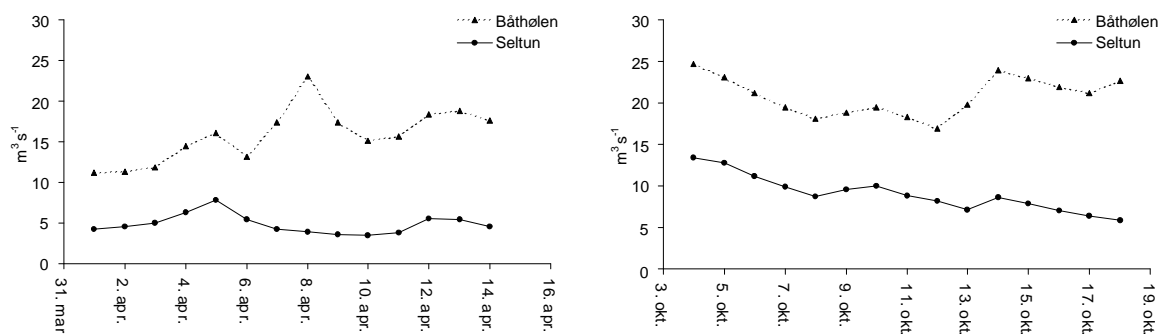
#### 3.1 Vannføring

Vannføringen i Lærdalselva er påvirket og regulert av kraftselskapet Østfold Energiproduksjon AS, og vi har under begge behandlingsperiodene inngått avtaler med selskapet slik at vannføringen har vært mest mulig gunstig for AI-behandlingen. Under høstbehandlingen var det generelt høyere vannføring enn under vårbehandlingen, primært pga høyere naturlig avrenning (Figur 2).

Under vårbehandlingen varierte vannføring ved Båthølen mellom  $12\text{--}23\text{ m}^3\text{ sek}^{-1}$ , mens tilsvarende variasjoner under høstbehandlingen var  $18\text{--}25\text{ m}^3\text{ sek}^{-1}$ . Under begge behandlingene hadde vi avtale med kraftverket om økt påslipp av vann mot slutten av behandlingsperiodene.

Vannføringen på strekningen fra Sjurhaugfoss til Båthølen er i liten grad påvirket av regulanten. Kraftverket er imidlertid pålagt å opprettholde en minstevannføring på minimum  $4\text{ m}^3\text{ sek}^{-1}$  ved målepunktet på Seltun, og når naturlig vannføring er  $< 4\text{ m}^3\text{ sek}^{-1}$  slipper Østfold Energiproduksjon AS vann ved Sjurhaugfossen for å oppnå den pålagte minstevannføringen.

Vannføringen i øvre del av elva var relativt stabil under vårbehandlingsperioden. Pga liten avrenning lå vannføringen på denne strekningen nær minstevannføringen på  $4\text{ m}^3\text{ sek}^{-1}$  i hele perioden. Under høstbehandlingen varierte vannføringen fra 14 til  $7\text{ m}^3\text{ sek}^{-1}$ . Vannføringen var høyest i begynnelsen av perioden og sank gradvis mot slutten av behandlingen (Figur 2).



**Figur 2** Vannføring ved Seltun (øvre del av behandlet elvestrekning) og Båthølen (nedre del av behandlet elvestrekning) i perioden 1.-14. april 2005 og 4.-18. oktober 2005.

### 3.2 AIS-dosering

Det er totalt dosert ut ca 630 m<sup>3</sup> AIS-løsning under behandlingene i Lærdalselva i 2005. Med et innhold av Al fra 0,5-1,5 %, betyr dette et utslipp av Al i elva på ca 10 tonn. Denne tilførselen kan settes i perspektiv ved å sammenligne med naturlig årlig transport av Al fra Lærdalselva. Median konsentrasjon av total Al (Al<sub>T</sub>) oppstrøms Al-dosering under vår og høstbehandlinga lå på hhv 48 og 82 µg Al L<sup>-1</sup>. Det er derfor rimelig å anta en gjennomsnittlig total-Al konsentrasjon i Lærdalselva på 50 µg Al L<sup>-1</sup>. Med en gjennomsnittlig årlig vannføring på 37,8 m<sup>3</sup> sek<sup>-1</sup> (Østfold Energiproduksjon AS) vil Lærdalselva transportere ca 60 tonn Al per år. Ekstrabidraget av Al fra vår- og høstbehandlingen på ca 10 tonn utgjorde dermed en tilleggstransport av Al (utover det naturlige) på ca 16 % i 2005. Dette prosentvise bidraget av Al fra doseringen er sannsynligvis også et overestimat. Bla annet har vi ikke regnet med at det i perioder under for eksempel flom vil være langt høyere Al-konsentrasjoner enn det som er lagt til grunn for beregningene her. Det er derfor grunn til å anta at bidraget av Al fra behandlingene i forhold til naturlige kilder er enda lavere enn disse beregningene.

### 3.3 CFT-legumin dosering

Arbeidslagene rapporterte hver dag inn til feltansvarlig for CFT-Legumindoseringen. Rapporteringen ble gjort punktvis i henhold til utleverte kart og punktbeskrivelser. Dette for å kunne kontrollere at alle punkt var behandlet, og registrere eventuelle nye punkter som ble funnet og behandlet. Noen punkter som var nye eller hadde relativt stor vannføring ble innrapportert som Al-doseringspunkt. Disse ble deretter AIS-behandlet resten av behandlingsperioden

33,3 L CFT-legumin ble dosert ut ved bruk av hagekanner, 8,6 L fra dryppstasjoner (35 dryppstasjoner) og 7,3 L med pumpe. Dette betyr et total forbruk av CFT-Legumin på 49,2 L, 23,1 L under første behandlingsrunde og 25,9 L under andre behandlingsrunde. 0,2 L ble brukt til etterbehandling av noen enkelt punkt (Tabell 1).

Med en egenvekt på 1,020 kg m<sup>-3</sup> og et rotenon innhold på 2,5% vil et total forbruk på 49,2 L CFT-legumin bety et totalforbruk av rotenon på 1,25 kg. Det ble dosert ut ≥ 1 ppm CFT-Legumin for å være sikker på total fiskedød i områdene som ble behandlet (Kap 2.3.2).

Hvis vi antar at CFT-legumin behandlingen ble gjennomført på 7 dager á 10 timer, betyr dette at ca 0,67 % av den totale vannmengden i Lærdalselva i disse 7 dagene ble behandlet med CFT-legumin i en slik konsentrasjon at den var dødelig.

8,6 L CFT-Legumin ble dosert ut fra 21 ulike dryppstasjoner. Fra 14 av disse stasjonene ble det dosert to ganger. Hvert drypp doserte i 4 timer. Med maksimalt 21 dryppstasjoner i gang samtidig og et doseringskrav på ≥ 1 ppm CFT-Legumin, betyr dette at disse dryppene behandlet en total vannføring på maksimalt 10,4 L sek<sup>-1</sup> over en periode på 4 timer.

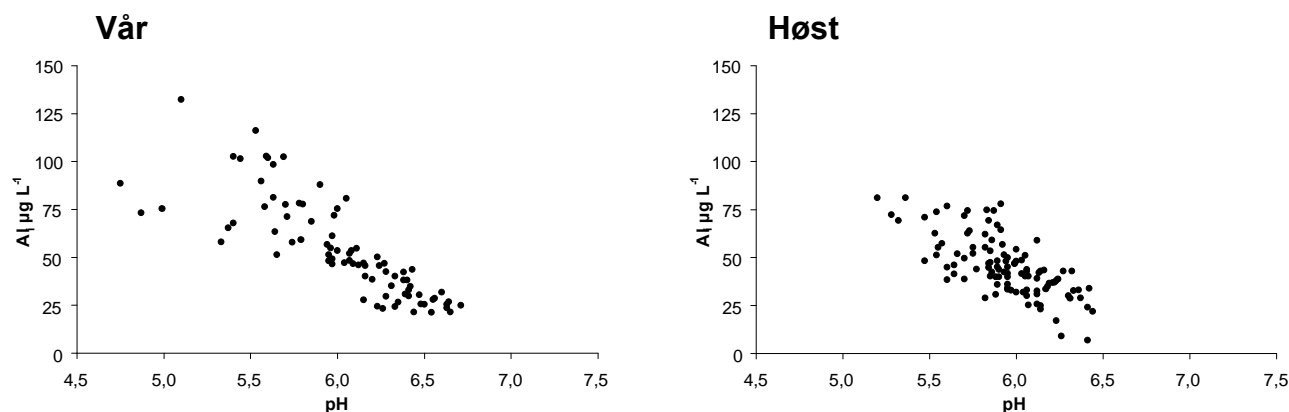
CFT-Legumin doseringen i nærområdene langs hovedvassdragene synes å ha hatt minimal effekt på fisk i hovedvassdragene.

**Tabell 1** Fordelingen av CFT-Legumin forbruk (L) i ulike deler av vassdraget, type behandling og behandlingsomgang under høstbehandlingen i Lærdal i 2005.

Behandlingsområde	Periferi		Manngard		Totalt		Samlet
	1. gang	2. gang	1. gang	2. gang	1. gang	2. gang	
Sjurhaug – Nivla	0,5	1	1,5	2,5	2	3,5	5,5
Nivla	1,5	0,8	1,9	1,8	3,4	2,6	6
Nivla – Kuvella	4,6	5,8	2,2	1,4	6,8	7,2	14
Kuvella – Haugsjord	4,3	4,6	1,7	1,4	6	6	12
Haugsjord – munning	4	4,1	0,7	2,3	4,7	6,4	11,1
Erdalselva			0,2	0,2	0,2	0,2	0,4
Etterbehandling							0,2
<b>Totalt</b>	<b>14,9</b>	<b>16,3</b>	<b>8,2</b>	<b>9,6</b>	<b>23,1</b>	<b>25,9</b>	<b>49,2</b>

### 3.4 Vannkjemi

Under begge behandlingsperiodene førte tilsetningen av AIS til en pH-senkning i hovedelva ned mot pH 6,0 (Tabell 2 og 3), samt en økning i total Al-konsentrasjon med ca  $100 \mu\text{g Al L}^{-1}$ , hvorav  $30\text{--}60 \mu\text{g Al L}^{-1}$  var på uorganisk form ( $\text{Al}_i$ ). pH og Al-konsentrasjonene i vannet fra Stuvane kraftstasjon under vårbehandlingen hadde en vannkjemi som klart avvek fra dette. Her førte Al-doseringen til pH og  $\text{Al}_i$  på hhv 5,63 og  $102 \mu\text{g Al L}^{-1}$  (medianverdier). Vannet fra kraftverk-magasinene hadde lav alkalinitet ( $28 \mu\text{Eq L}^{-1}$ ) og meget lavt innhold av både uorganiske og organiske partikler. Dette sammen med lav vanntemperatur medførte at tilnærmet alt aluminium som ble tilsatt var til stede som  $\text{Al}_i$ . Dette var vanskelig å forutsi før behandlingen startet. Kraftgata hadde lavest konsentrasjon av totalt aluminium ( $\text{Al}_t$ ) av alle stasjonene i hovedelva. Under vårbehandlingen viste det seg at strekingen fra Sjurhaugfoss til Båthølen var for lang til at et doseringsanlegg kunne behandle hele denne strekningen. Derfor ble to nye stasjoner, ved Seltun og Bjørkum etablert før høstbehandlingen. Flere elvedoseringsanlegg samt dosering fra mange mindre anlegg under medførte en mye mer stabil vannkjemi under høstbehandlingen sammenliknet med vårbehandlingen (Figur 3). Dette viser viktigheten av Al-dosering i perifere område, for å oppnå en mer stabil og kontrollert vannkjemi i de hovedvassdragene som behandles.



**Figur 3.** Forholdet mellom pH uorganisk monomert aluminium ( $\text{Al}_i$ ) under vår- og høstbehandlingen. Mindre spredningen i oktober betyr mindre vannkemiske variasjoner.

**Tabell 2** Medianverdier for pH, temperatur, total aluminium ( $Al_t$ ) og uorganisk monomert aluminium ( $Al_i$ ) fra utvalgte stasjoner i Lærdalsvassdraget under vårbehandlingen i 2005. Antall målinger (n) er angitt i parentes.

Stasjon	pH	Temp °C	$Al_t$ $\mu\text{g L}^{-1}$	$Al_i$ $\mu\text{g L}^{-1}$
Sjurhaug oppstr	7,03 (n=13)	2,8 (n=13)	82 (n=12)	23 (n=6)
Galdane	6,26 (n=19)	2,8 (n=17)	173 (n=13)	37 (n=8)
Seltun	5,95 (n=20)	3,2 (n=17)	167 (n=13)	35 (n=8)
Bjørkum	5,89 (n=18)	3,3 (n=15)	156 (n=12)	35 (n=7)
Fluen	6,12 (n=14)	3,5 (n=14)	152 (n=12)	42 (n=7)
Kraftgata	5,63 (n=13)	1,5 (n=13)	112 (n= 9)	102 (n=6)
Båthølen	6,00 (n=14)	3,6 (n=14)	150 (n= 9)	39 (n=6)
Homepool	5,90 (n= 15)	3,6 (n=13)	134 (n=10)	69 (n=7)
Voll Bru	6,16 (n=12)	3,0 (n=10)	122 (n= 9)	39 (n=6)
Voll Fisk	6,04 (n=12)	3,5 (n=11)	130 (n= 9)	58 (n=4)
Eri	6,08 (n=10)	3,3 (n=10)	120 (n= 9)	50 (n=4)
Eri Fisk	5,97 (n=12)	4,4 (n=10)	141 (n= 9)	63 (n=4)
Sykehusbrua	6,14 (n=10)	3,1 (n=10)	125 (n= 9)	49 (n=4)
Øye	6,00 (n=12)	3,7 (n=11)	155 (n= 9)	74 (n=4)
Nivla oppstr.	7,06 (n=8)	2,8 (n= 8)	22 (n= 8)	10 (n=3)
Nivla Fisk	6,59 (n=13)	5,0 (n=13)	94 (n= 9)	21 (n=4)
Kuvella oppstr.	7,16 (n=10)	4,6 (n=10)	25 (n=10)	31 (n=3)
Kuvella Fisk	6,34 (n=13)	5,6 (n=12)	154 (n=11)	64 (n=3)
Erdalselva oppstr.	6,78 (n=10)	2,7 (n=10)	84 (n=10)	17 (n=2)
Erdalselva nedstr.	5,59 (n=10)	2,9 (n=10)	308 (n=10)	55 (n=2)

**Tabell 3** Medianverdier for pH, temperatur, total aluminium ( $Al_t$ ) og uorganisk monomert aluminium ( $Al_i$ ) fra utvalgte stasjoner i Lærdalsvassdraget. under høstbehandlingen i 2005. Antall målinger (n) er angitt i parentes.

Stasjon	pH	Temp °C	$Al_t$ $\mu\text{g L}^{-1}$	$Al_i$ $\mu\text{g L}^{-1}$
Sjurhaug oppstr	6,80 (n=12)	7,2 (n=15)	48 (n=10)	7 (n=5)
Galdane	6,02 (n=15)	7,0 (n=17)	132 (n=10)	42 (n=7)
Seltun	6,07 (n=13)	7,2 (n=17)	113 (n=10)	43 (n=7)
Bjørkum	5,90 (n=14)	7,5 (n=14)	122 (n=10)	44 (n=8)
Fluen	6,04 (n=13)	7,4 (n=13)	109 (n=12)	43 (n=8)
Kraftgata	6,06 (n=17)	5,9 (n=17)	99 (n= 10)	38 (n=8)
Båthølen	6,04 (n=12)	7,1 (n=12)	101 (n= 11)	33 (n=9)
Homepool	5,95 (n= 12)	7,2 (n=12)	128 (n=10)	52 (n=8)
Voll Bru	6,16 (n=12)	7,1 (n=12)	110 (n= 10)	36 (n=7)
Voll Fisk	6,14 (n=12)	7,9 (n=11)	115 (n= 9)	44 (n=7)
Eri	6,23 (n=13)	7,2 (n=10)	108 (n= 10)	40 (n=7)
Eri Fisk	6,17 (n=12)	7,6 (n=12)	125 (n= 9)	46 (n=8)
Sykehusbrua	6,26 (n=12)	7,1 (n=12)	119 (n= 10)	40 (n=7)
Øye	6,00 (n=13)	7,8 (n=13)	154 (n= 10)	68 (n=8)
Nivla oppstr.	6,96 (n=12)	6,9 (n= 12)	40 (n= 10)	19 (n=7)
Nivla Fisk	6,32 (n=17)	8,0 (n=17)	90 (n= 11)	40 (n=9)
Kuvella oppstr.	6,95 (n=11)	7,1 (n=11)	38 (n=9)	14 (n=6)
Kuvella Fisk	6,14 (n=15)	7,7 (n=15)	260 (n=11)	24 (n=8)
Erdalselva oppstr.	6,71 (n=13)	5,5 (n=13)	50 (n=10)	6 (n=6)
Erdalselva nedstr.	6,31 (n=11)	7,1 (n=11)	138 (n=9)	35 (n=7)

### 3.5 Fiskestatus i kar under behandlingene

Det ble observert dødelighet i to fiskekar under vårbehandlingen, ved Homepool og ved Øye. Ved Homepool døde all fisken i løpet av behandlingsperioden. Denne stasjonen lå ca 500 meter nedstrøms doseringsanlegget ved Båthølen og ble derfor sterkt påvirket både av kraftverksvann som kom ut i elva rett oppstrøms Båthølen og påfriskningsstasjonen i Båthølen. Dødeligheten på Øye er vanskeligere å forklare fordi det her også var dødelighet før Al-doseringen begynte.

Under høstbehandlingen ble det ikke observert dødelighet i fiskekarene, men også denne gang døde fisk i karet (8 stk) på Øye før Al-behandlingen tok til.

### 3.6 Fiskestatus i elva under behandlingen

#### 3.6.1 Vårbehandlingen 2005

10 dager etter at Als doseringen startet ble det den 9.04.05 registrert døde vinterstøinger av laks og sjørret. Vi kunne også observere vinterstøinger som trakk ut til mindre strømssterke deler av elva. De virket meget passive og hadde klart nedsatt fluktnespons. I samråd med Fylkesmannen ble det derfor besluttet å stoppe behandlingen midlertidig. Lokalt mannskap fra Lærdal ble kontaktet og plukking av død fisk ble satt i gang 10.04.05. Al-behandlingen ble gjenopptatt 11.04.05, men det ble nå kjørt et mindre tøft doseringsregime.

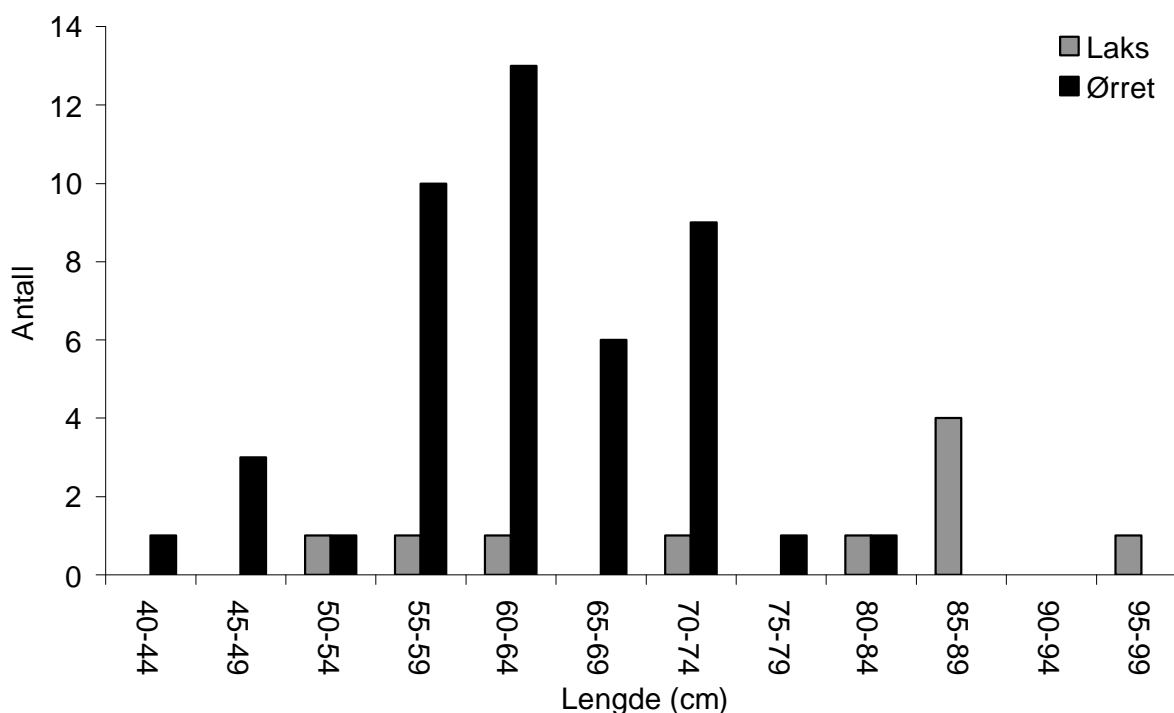
Under plukking av dødfisk den 13.04.05, ble det fortsatt observert fisk med unormal adferd i de nedre deler av vassdraget og doseringen ble derfor gradvis redusert. Det ble også organisert en dødfiskinnsamling den 21.04.05 etter at vannføringen var gått ned. Mange av fiskene som ble plukket opp den 21.04.05 bar preg av å ha ligget i vannet en stund, men enkelte var ferske.

Med unntak av 5 døde ørretunger i nedre del av Senda, ble all død fisk funnet i hovedelva fra Båthølen til utløpet.

Totalt ble det samlet inn 103 døde fisk i hovedelva med en totalvekt på 260 kg (Tabell 4). Av dette var 13 % laks og 87 % sjørret. Lengdefordeling er vist i figur 3.

**Tabell 4** *Antall laks og ørret og samlet vekt av fisk som ble plukket opp under Al-behandlingen av Lærdalselva mars/april 2005.*

Plukkerunde	Laks n (%)	Ørret n (%)	Totalt n (%)	Samlet vekt kg
1	7 (17 %)	34 (83 %)	41	Ca. 130
2	3 (21 %)	11 (79 %)	14	
3	3 (6 %)	45 (94 %)	48	Ca. 130
<b>Totalt</b>	<b>13 (13 %)</b>	<b>90 (87 %)</b>	<b>103</b>	<b>Ca. 260</b>



**Figur 4** Lengdefordeling av laks og ørret fra 1. og 2. plukkerunde av dødfisk under Al-behandlingen av Lærdalselva mars/april 2005.

### 3.6.2 Høstbehandlingen 2005

5 dager etter at AIS doseringen startet ble det den 10.10.05 registrert død sjøørret ved Eri. Det ble observert samme adferdsendringer som under vårbehandlingen. Samtidig ble det observert fisk med gyteadferd og normal fluktrespons i de samme områdene. Dette antyder relativt stor variasjon i sjøørretens tålegrense under tilnærmet like vannkjemiske forhold. Utover dagen ble det funnet mer død og døende fisk andre steder i elva, og i samråd med Fylkesmannen ble det besluttet å stoppe behandlingen midlertidig. Antall og vekt av dødfisk er vist i tabell 5.

Al-doseringen ble startet igjen den 12.10.05. Fortsatt var det dødelighet i elva, men det er grunn til å tro at dette i hovedsak var fisk som var svekket av Al-doseringen forut for doseringsstansen på kvelden 10.10.05. Det ble plukket død fisk i vassdraget fram til den 20.10.05, men omfanget minket betraktelig utover i perioden.

**Tabell 5** Antall og vekt av dødfisk i fm kjemisk kombinasjonsbehandling av Lærdalselva i oktober 2005.

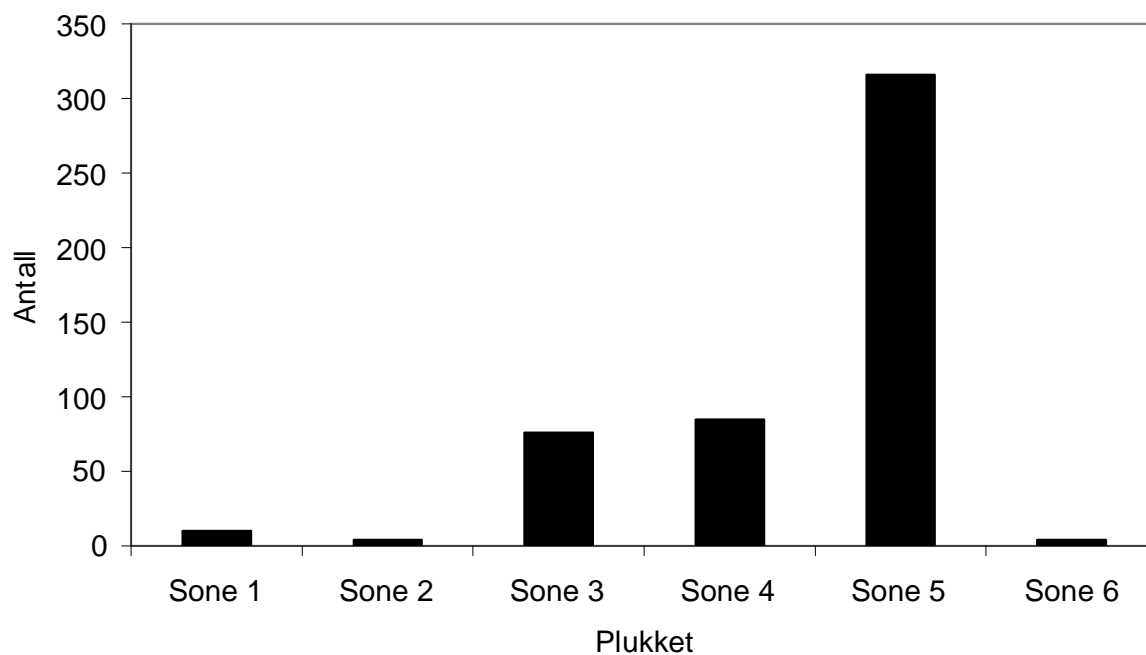
Område	Kjemisk middel	Laks (n)	Ørret (n)	Totalvekt Kg
Periferi	CFT-Legumin	7	707	5.2
Periferi	Aluminiumssulfat	0	12	1.3
Hovedelv	Aluminiumssulfat	5	205	519
<b>Sum</b>		<b>12</b>	<b>924</b>	<b>526.4</b>

Av den fisken som ble plukket, ble all voksen fisk arts- og kjønnsbestemt, lengdemålt, veid og sjekket for gytestatus, og det ble tatt skjellprøver av det meste av materialet.

Med unntak av 7 laksunger, døde kun ungfisk av ørret i områdene som ble CFT-Legumin behandlet. Antall død ørret i de ulike plukkesonene er presentert i figur 5. Et flomløp med store dammer som ble CFT-Leguminbehandlet er grunnen til det høye antallet døde ørret i sone 5.

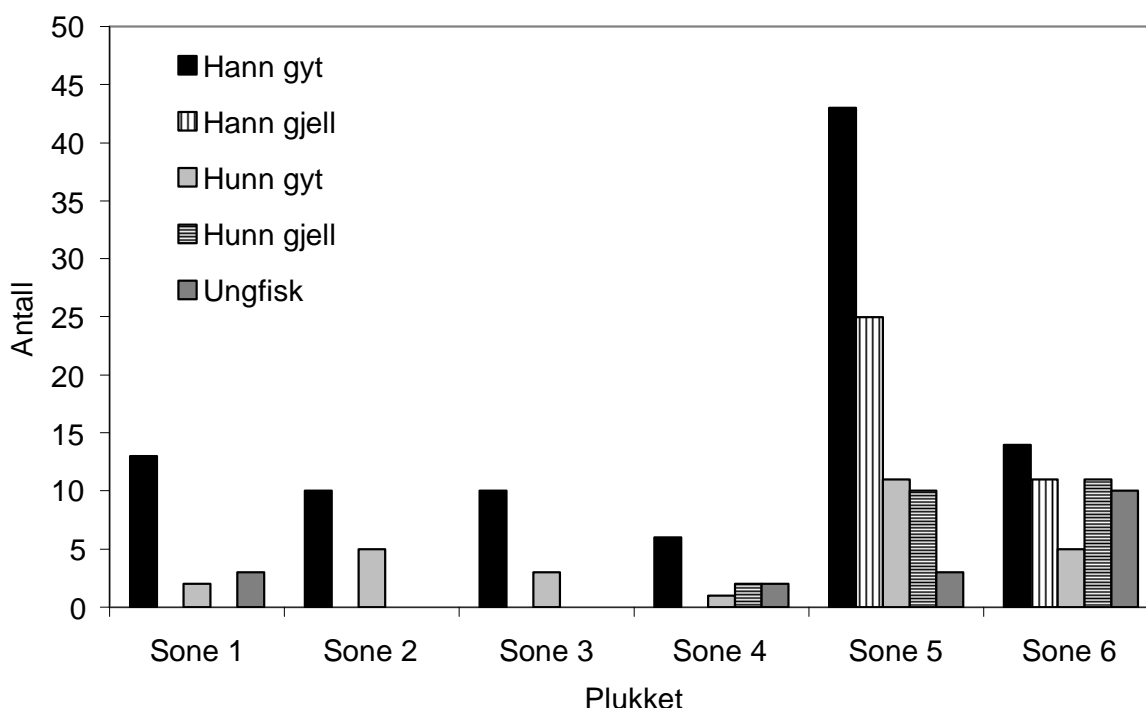
Ingen av de 7 laksungene som døde etter CFT-Legumin behandlingen ble funnet i hovedstrømmen i vassdraget, men i dammer langs hovedelvas flomløp som var isolerte/avsnørte med den vannføringen som var under behandlingen

I hovedelva, som ble behandlet med aluminium, ble det totalt registrert 210 døde fisk. Kun 5 av disse var laks (Tabell 5). Hovedmengden av død sjøørret var hanner, men også en del hunner, samt gjeldfisk av sjøørret av begge kjønn døde (figur 6).



**Figur 5.** Ørret død under CFT-Leguminbehandlingen i Lærdalselva oktober 2005. Antall ørret er fordelt på soner.





**Figur 6** Kjønn- og stadiumfordeling av død sjørørret under Al-behandlingen i Lærdalselva oktober 2005. Antall ørret er fordelt på soner (se Kap 2.5).

### 3.7 Status for *G. salaris*

Før vårbehandlingen ble det el-fisket på 6 stasjoner i hovedelva og totalt ble det fanget 18 laksunger som alle hadde *G. salaris*. Etter vårbehandlingen, ble det el-fisket på 5 stasjoner, og totalt ble 47 laksunger fanget. *G. salaris* ble kun funnet på ett individ. Denne laksungen ble fanget i Bjørkumhølen og hadde 25 parasitter. Før høstbehandlingen ble det el-fisket på 5 stasjoner og totalt ble 215 lakseunger fanget. Av disse ble det påvist *G. salaris* på 8 fisk, alle fra Bjørkumhølen. Etter at høstbehandlingen hadde pågått ca 1 uke, ble det el-fisket på 8 stasjoner og 303 laksunger ble fanget. Ingen av disse hadde *G. salaris*. Etter høstbehandlingen ble det el-fisket 131 laksunger fra 9 stasjoner og også disse var frie for *G. salaris*. Etter høstbehandlingen er det totalt samlet inn 434 laksunger på 14 ulike lokaliteter uten at parasitten er påvist.

## 4. Konklusjon

Målsetningen med den kjemiske behandlingen av Lærdalselva er å totalutrydde lakseparasitten *G. salaris* i løpet av 2005 og 2006. I denne behandlingen brukes surt aluminium (AlS) som hovedkjemikalium. Det vil si at AlS blir brukt i hovedelva, alle store sideelver, store og små bekker og sig, mens CFT-Legumin er brukt i små sig i perifere områder. Under vårbehandlingen ble det bare brukt ALS, mens under høstbehandlingen ble det også brukt CFT-Legumin.

Vårbehandlingen i 2005 hadde til hensikt å redusere smitten i vassdraget og dermed smittepresset i regionen. AlS ble dosert ut i hovedvassdraget og de største sidevassdragene samt i Erdalselva. Før vårbehandlingen var samtlige undersøkte laks *G. salaris*-infiserte, dvs. en prevalens på 100 %. En uke etter at vårbehandlingen var avsluttet var prevalens redusert til 2,1 %, og før høstbehandlingen, altså ca 6 måneder senere, hadde prevalensen kun økt til 3,7 %. En slik behandlingstrategi kan derfor være meget god i forbindelse med strakstiltak i nyinfiserte vassdrag som igjen reduserer smittepresset til eventuelle nabovassdrag.

Høstbehandlingen i 2005 var den første fullskalbehandlingen i Lærdalselva hvor både aluminium og CFT-Legumin ble brukt. CFT-Legumin ble dosert ut i perifere områder av nedbørfeltet og avsnørte partier i hovedløpene hvor vi ikke var sikre på at ble Al-behandlet.

CFT-Legumin doseringen synes ikke å ha hatt effekt på fisk i hovedvassdragene. Dette skyldes trolig at store deler av de behandlede områdene var avgrensede vannforekomster, som ikke hadde direkte forbindelse til hovedvassdragene under de hydrologiske forhold som var under behandlingen. Uten noen vannføringsøkning i dagene etter behandlingen vil rotenonet derfor forbli i disse områdene og gradvis brytes ned der.

Under de to kjemiske behandlingene i Lærdalselva i 2005 er det tilsammen sluppet ut ca 10 tonn Al. Denne Al-mengden bidro til en økning i årlig Al-transport i Lærdalselva i 2005 på maksimalt 16 %. Under behandlingen har av hovedvassdraget sidevassdragene har uorganisk aluminium normalt ligget innen konsentrasjonsintervallet 20-50  $\mu\text{g Al L}^{-1}$  og pH på  $\approx 6$ .

Totalt ble det forbrukt 49,2 L CFT-Legumin, tilsvarende 1,25 kg rotenon. Fordi det må tilsettes CFT-Legumin  $\geq 1$  ppm for å være sikre på full fiskedødelighet, viser beregninger at maksimalt 0,67 % av vannet som rant i Lærdalselva og de behandlede sidevassdrag ble behandlet med CFT-Legumin før dette vannet kom ut i hovedvassdragene hvor det ble behandlet med aluminium.

Etter høstbehandlingen i 2005, er 434 lakseunger fra 10 stasjoner i elva undersøkt for *G. salaris*. Parasitten ble ikke påvist på noen av fiskene, noe som viser at vi er nær målsetningen om totalutryddelse av parasitten fra Lærdalselva. For å øke sannsynligheten for totalutryddelse, vil det gjennomføres en ny fullskalabehandling i elva våren 2006. Dette er viktig fordi Lærdalselva er det første store laksevassdraget som blir behandlet med AlS, samt at elva er det eneste *G. salaris* smittede vassdrag i denne regionen (Sognefjorden). Bare ytterligere overvåking over tid kan gi det eksakte svar på om dette har vært tilstrekkelig til å

utrydde parasitten fra vassdraget. Forvaltningen krever 5 år med overvåkning før friskmelding.

I begge vassdrag som til nå er behandlet med aluminium som hovedkjemikalium, Batnfjordeleva i 2004 og Lærdalselva i 2005, er så langt samtlige undersøkte laksunger *G.salaris* frie. Dette gir god forhåpninger for at denne metoden er meget velegnet i den framtidig kampen mot totalutryddelse av denne lakseparasitten fra norske lakseelver.

Fiskedøden som ble observert under vårbehandlingen i mars/april (støinger av laks og sjøørret) og under høstbehandlingen i oktober (primært gytefisk og gjeldfisk av sjøørret) var vanskelig å forutse, fordi det er lite kunnskap om disse livsstadienes tålegrenser for aluminium. Det finnes derimot betydelig dokumentasjon på disse artenes tålegrenser for aluminium på en rekke ungfiskstadier. Grunnlaget for Al-doseringsregimet i Lærdal bygger nettopp på denne fagkunnskapen, samt våre erfaringer fra Al-behandlingen i Batnfjorden i 2004. På dette grunnlag forventet vi derfor ingen fiskedød på ungfisk med de konsentrasjoner av aluminium som var til stede i elva under behandlingene. Død ungfisk ble da heller ikke registrert som følge av Al-behandlingene, med unntak av noen få rett nedstrøms Båthølen under vårbehandlingen. Dette var heller ikke uventet ut i fra den vannkjemi som forelå på dette stedet. Kun noen få ungfisk ble funnet døde under høstbehandlingen.

Under Al-behandlingene i Batnfjordelva ble det ikke påvist fiskedød i hovedvassdraget. Trolig er hovedårsaken at dette vassdraget ble behandlet i juni og august, mot mars/april og oktober i Lærdal. Det er derfor mye som tyder på at vi i framtiden bør forsøke å unngå behandling under den mest intense gytetiden for laks og ørret på høsten, og mulig unngå vårbehandlinger for å unngå tap av vinterstøinger.

Fordi vi har hatt et stort press på oss for å lykkes i det første store vassdraget som behandles med aluminium, så må det sies at vi i Lærdalselva valgte å dosere i overkant av hva som er nødvendig for å oppnå tilstrekkelig gode behandlingskjemiske forhold. Ved en noe mer skånsom dosering under framtidig behandling vil en forvente at den fiskedøden som ble observert i Lærdal både under vår og høstbehandlingen vil kunne reduseres eller i beste fall unngås.

Den tekniske gjennomføringen av Al-behandlingen i Lærdalselva har vært meget bra. Dimensjoneringen av anleggene har medført at vi har hatt god doseringskontroll med totalvannføringer i Lærdalselva på opp til 40 m<sup>3</sup> sek<sup>-1</sup> ved utløpet. Også den tekniske gjennomføringen av CFT-Leguminbehandlingen har fungert godt.

Under behandlingene i Lærdalselva i 2005 har det ikke vært bevilget midler til FoU aktivitet. Vi mener at det er helt nødvendig at FoU aktiviteter må foregå parallelt med behandlingene hvis vi skal ha muligheter til godt behandlingsresultat i de kompliserte vassdragene som skal behandles i årene framover. Spesielt er det behov for FoU-aktivitet på følgende områder:

- Utvikling av bedre doseringsteknikk knyttet opp mot enkeltvassdragenes hydrologi og vannkjemi.
- Forbedringer av dagens doseringsutstyr mhp framtidig bruk av sterkere løsninger

- Økt effektivitet mhp. vannprøvetaking, analysearbeid og overvåking under behandlingene.
- Økt kunnskap om pH og aluminium under behandling for å oppnå optimale behandlingsforhold, dvs. total utryddelse av *G. salaris* med minimalt bruk av kjemikalier og dermed også minimal negativ effekt på annen akvatisk biologi. Dette innebærer bl.a. opprettholdelse og videreutvikling av fisk og bunndyrsundersøkelser, samt et relativt omfattende overvåkningsprogram på fisk fram til elva kan friskmeldes.
- Komparative studier av AIS, CFT-Legumin og andre akutt giftige stoffer på laks for å finne fram til det mest optimale stoffet mth giftighet (dødelighet), miljøvennlighet og pris.
- Toleranseforsøk av CFT-Legumin på laks tilpasset dagens doseringsregime
- Undersøkelser omkring mulig unnnvikelsesadferd ovenfor ulike konsentrasjoner av AIS og CFT-Legumin hos laks.

Det er også viktig at FoU aktivitetene gir muligheter til å rekruttere fagpersonell, fordi framtidige behandlinger både krever økt kompetanse og kompetansekapasitet. FoU-aktivitet parallelt med selve behandlingene vil da sørge for rekruttering samtidig med at behandlingene kan gjennomføres etter vitenskapelige etterprøvbare arbeidsmetoder. Dette muliggjør faglig basert grunnlag for justeringer under selve behandlingene, og faglig evaluering av behandlingene i etterkant. Dette er helt avgjørende hvis en skal ha noen mulighet til å finne årsaker til at eventuelle behandlinger lykkes/ikke lykkes, og eliminere mulige årsaker til at parasitten pånytt påvises i et vassdrag etter en behandling. Behandlinger som gjennomføres på denne måten blir derfor også mest kostandseffektive.

## 5. Referanser

Bongard, T. (2005) Effekter på bunndyr av aluminiumstilsetning mot *G. salaris* i Batnfjordselva, 2003 og 2004. NINA Rapport 9, 20 s.

Bruås, L., Weideborg, M. (2002). Overvåkning av rotenon og piperonylbutoksid under rotenonbehandlingen av Steinkjervassdragene høsten 2001. Aquateam rapport 01-061. 21 s.

Gabrielsen S.E., Barlaup B. T., Skoglund H., Gladsø J. A., Sættem L. M. (2004) Fiskebiologiske undersøkelser i Lærdalselva høsten 2003, -sammenfatning av ungfisktettheter av laks og aure i perioden 1991 – 2003. LFI-UIFOB Rapport nr. 128, 34 s.

Guttvik, K.T., Sandodden, R. (2005) Behandlingene med rotenon i Batnfjorden 9.-11. juni og 6.-10. september 2004. VESO Trondheim. Rapport 2005-3. 11 s.

Hytterød, S., Pettersen, R. A., Høgberget, R., Lydersen, E., Mo, T.A., Hagen, A. G., Kristensen, T., Berntsen, S., Abrahamsen, B., Poléo, A.B.S. Forsøk på totalutryddelse av *Gyrodactylus salaris* i Batnfjordselva ved av aluminium som hovedkjemikalium

Kelley, A.E., Weideborg, M. (1999). Miljøriskovurderinger av rotenonblandingen CFT-Legumin ved utslipp til Hardangervidda og til Steinkjervassdragene. Aquateam rapport 99-046, versjon 3. 23 s.

Lydersen, E., Bakke, T.A., Høgberget, R., Håvardstun, J., Hytterød, S., Kristensen, T., Mo, T.A., Pettersen, R.A., Poléo, A.B.S., Rosseland, B.O., Øxnevad, S. (2004) Al-behandling mot *Gyrodactylus salaris* i Batnfjorelva. NIVA-rapport O-23055. LNR 4783-2004, 15 s.

NOU (1999) Til laks åt alle kan ingen gjera ? Miljøverndepartementet, Norges Offentlige utredninger, NOU 1999:9.

Soleng, A., Poléo, A.B.S. Alstad, N.E.W. , Bakke, T.A. (1999) Aqueous aluminium eliminates *Gyrodactylus salaris* (Platyhelminthes, Monogenea) infections in Atlantic salmon. *Parasitology* **119**, 19-25.

Poléo, A.B.S., Schjolden, J., Hansen, H., Bakke, T.A., Mo, T.A., Rosseland, B.O., Lydersen, E. (2004 a) The effect of various metals on *Gyrodactylus salaris* (Platyhelminthes, Monogenea) infections in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Parasitology* **128**, 169-177 (2004a).

Poléo, A.B.S., Lydersen, E., Mo, T.A. (2004b) Aluminium mot lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*. *Norsk Veterinærtidsskrift*, **3**, 176-180.